

## **РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТА БПЛА ДЛЯ ОБХОДА ПРЕПЯТСТВИЙ**

**К.Д. МОЛЧАНОВ<sup>1\*</sup>, Д.И. БОЙКО<sup>1</sup>, Н.Е. ХАЦЬКО<sup>2</sup>**

<sup>1.</sup> студент кафедры программной инженерии и информационных технологий  
управления, НТУ «ХПИ», Харьков, УКРАИНА

<sup>2.</sup> доцент кафедры программной инженерии и информационных технологий  
управления, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ», Харьков, УКРАИНА

\*email: CroakerKdm@gmail.com

В последнее время разработка систем управления беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является динамично развивающимся направлением. На сегодняшний день большинство существующих БПЛА пилотируются вручную с помощью пультов дистанционного управления, работающих на радиоканалах, которые обладают рядом недостатков. В число данных недостатков входят: подавление радиочастот, физические преграды для распространения сигнала, помехи на близких частотах передачи, целенаправленное заглушение сигнала, недостаточная дальность распространения сигнала. Также при ручном управлении БПЛА возникают трудности, связанные с подготовкой пилотов, недостаточной рабочей дальностью полёта, техническими ограничениями, погодными условиями.

В наше время существует множество алгоритмов нахождения кратчайшего пути между пунктами следования (начальной и конечной точками). Однако на практике возникают случаи, когда нужно не только обойти все требуемые к посещению пункты, но и учесть препятствия на пути. Также может сложиться ситуация, когда на этой траектории нужно также посетить множество других точек в определенном порядке.

Существуют различные способы преодоления препятствий БПЛА. Например, подняться вверх, над уровнем препятствий; передвигаться по городским магистралям; построить траекторию, огибающую препятствия. Однако первые два способа ограничены инфраструктурой города, к примеру, высотой зданий которая превосходит максимально возможную рабочую высоту БПЛА или наличие туннелей на пути городских магистралей. Исходя из выше сказанного, алгоритм построения маршрута, огибающего препятствия является наиболее предпочтительным. Данный алгоритм позволяет построить маршрут из начальной точки в конечную и в случае имеющихся препятствий определить дополнительные пункты планируемого маршрута для обхода препятствий.

Целью данной работы является разработка геометрического метода автоматического построения маршрута БПЛА с возможностью обхода препятствий.

Для достижения вышеозначенной цели были поставлены такие задачи:

1. Анализ существующих алгоритмов геометрического построения маршрута БПЛА;

2. Разработка или усовершенствование существующего алгоритма геометрического построения маршрута БПЛА;
3. Оценка результатов, получаемых при проведении модельных экспериментов.

Для реализации поставленных задач был выбран такой геометрический алгоритм: на плоскости располагаются точки, которые являются обязательными для посещения БПЛА. Траектория БПЛА соединяет точки в порядке приоритета. Существуют случаи, в которых траектория пересекает периметры некоторых препятствий, что является недопустимым. В таких ситуациях траекторию БПЛА необходимо изменить путём добавления новых точек, таким образом, чтобы обновлённая траектория БПЛА не пересекала периметры препятствий.

На рисунке 1 показан результат работы данного алгоритма. Чёрными точками обозначены места обязательные для посещения, а обведённые точки, это точки построенные алгоритмом для обхода препятствий присутствующих на маршруте. В результате была получена траектория которая обходит все препятствия и посещает обязательные точки по пути следования.



Рис. 1 – Построенный маршрут движения

В результате работы предложен алгоритм способный автоматически строить маршрут движения БПЛА с возможностью обхода препятствий.

#### **Список літератури:**

1. Manish Kumar Overview of Path Planning and Obstacle Avoidance Algorithms for UAVs: A Comparative Study / M. Kumar, M. Radmanesh, M. Sarim, P. Guentert // Unmanned Systems – 2018. – №2. – P.1-24. URL: [http://www.researchgate.net/publication/324416551\\_Overview\\_of\\_Path\\_Planning\\_and\\_Obstacle\\_Avoidance\\_Algorithms\\_for\\_UAVs\\_A\\_Comparative\\_Study](http://www.researchgate.net/publication/324416551_Overview_of_Path_Planning_and_Obstacle_Avoidance_Algorithms_for_UAVs_A_Comparative_Study)
2. Яковлев К.С. Метод автоматического планирования траектории беспилотного летательного аппарата в условиях ограничений на динамику полета / К.С. Яковлев, Д.А. Макаров, Е.С. Баскин // Управление большими системами: сборник трудов. – 2015. – №58. – С.306-342.